

**МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра вагонів**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання практичних занять  
з дисципліни**

***«ПЕРЕДОВИЙ ДОСВІД ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКА ВАГОНІВ»***

**Харків – 2014**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку

на засіданні кафедри вагонів 21 травня 2013 р., протокол № 14.

Методичні вказівки призначені для виконання практичних робіт з дисципліни «Передовий досвід технічного обслуговування та діагностика вагонів» і мають на меті сформувати у магістрантів практичні навички у вирішенні завдань щодо впровадження у технологію та організацію технічного обслуговування вагонів передового досвіду і використання методів та засобів технічної діагностики.

Рекомендовано для магістрантів денної і заочної форм навчання спеціальності 8.070105102 «Вагони та вагонне господарство».

Укладач

проф. І.Д. Борзилов

Рецензент

проф. О.Б. Бабанін

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

### ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ з дисципліни *«ПЕРЕДОВИЙ ДОСВІД ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКА ВАГОНІВ»*

Відповідальний за випуск Борзилов І.Д.

Редактор Буранова Н.В.

---

Підписано до друку 02.09.13 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,0. Тираж 25. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ**

**Кафедра «Вагони»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ  
ЗАНЯТЬ**

**з дисципліни «ПЕРЕДОВИЙ ДОСВІД ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКА ВАГОНІВ»**

**для магістрантів спеціальності «Вагони та вагонне  
господарство»**

**Харків 2014**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Вагони» 21 травня 2013 р., протокол № 14.

Рекомендовано для магістрантів денної і заочної форм навчання спеціальності 8.070105102 «Вагони та вагонне господарство».

Методичні вказівки призначені для виконання практичних робіт з дисципліни «Передовий досвід технічного обслуговування та діагностика вагонів» і мають на меті сформувати у магістрантів практичні навички у вирішенні завдань щодо впровадження у технологію та організацію технічного обслуговування вагонів передового досвіду і використання методів та засобів технічної діагностики.

Укладач

проф. І.Д. Борзилов

Рецензент

проф. О.Б. Бабанін

## ВСТУП

Ускладнення конструкції вагонів нового покоління і збільшення напруженості роботи їх вузлів та агрегатів ставлять підвищені вимоги до забезпечення надійності їх роботи.

Висока надійність вагонів безпосередньо впливає на ефективність та якість транспортної роботи залізниць: вантажі та пасажери перевозяться своєчасно, зі встановленою швидкістю, без несподіваних зривів з технічних причин, і при цьому забезпечується безпека руху, збереження вантажу та необхідний комфорт для пасажирів.

Підтримання високого рівня надійності вимагає своєчасного попередження, виявлення та установлювання можливих несправностей, особливо прихованих, які неможливо виявити зовнішнім оглядом.

Для цього необхідні методи інструментального контролю щодо їх використання під час часткового або повного розбирання вузлів та агрегатів вагона. Разом з тим відомо, що розбирання вузлів та агрегатів, враховуючи складність конструкції сучасних вагонів, для виявлення прихованих несправностей та пошкоджень, пов'язане зі значними витратами часу та коштів, а також з порушенням зв'язку деталей, що дуже скорочує термін роботи агрегатів та вузлів, знижує їх надійність.

Упровадження передового досвіду і технічного діагностування необхідне у зв'язку з вимогами перспективного технологічного процесу технічного обслуговування вагонів, при якому, наприклад, суцільний огляд вагонів у поїздах, що прибувають, замінюється на контрольну перевірку показань засобів технічного діагностування.

Метою проведення практичних занять є закріплення знань лекційного матеріалу, а також отримання професійного вміння: виконання аналізу факторів, що впливають на ефективність технічного обслуговування вагонів; удосконалення організації і технології технічного обслуговування вагонів та їх вузлів з використанням передового досвіду та діагностики; розроблення заходів щодо забезпечення якості технічного обслуговування вагонів та їх вузлів з використанням передового досвіду та діагностики; встановлення межових та допустимих структурних та діагностичних параметрів, значень експлуатаційних показників вузлів та деталей вагонів; розроблення технічного завдання на проектування засобів діагностування технічного стану вагонів; оволодіння навичками аналізу показників існуючих та перспективних засобів технічної діагностики.

Практичні заняття мають проводитися послідовно після вивчення матеріалу, передбаченого програмою.

Перед кожним заняттям магістрантам необхідно повторити відповідний розділ дисципліни (за вказівкою викладача).

Кожне практичне заняття має декілька варіантів для самостійної роботи магістрантів. Варіант вказує викладач.

# ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1

## Структуризація факторів, які впливають на ефективність технічного обслуговування вагонів

*Мета заняття:* навчитися аналізувати фактори, які впливають на ефективність технічного обслуговування вагонів.

За основний показник ефективності технічного обслуговування вагонів приймаємо частку несправних вагонів –  $Q$  на полігоні залізниць.

Упорядкування (структуризацію) факторів, що впливають на цей показник, можна провести за допомогою так званої схеми Ісікави, що зображена на рисунку 1.

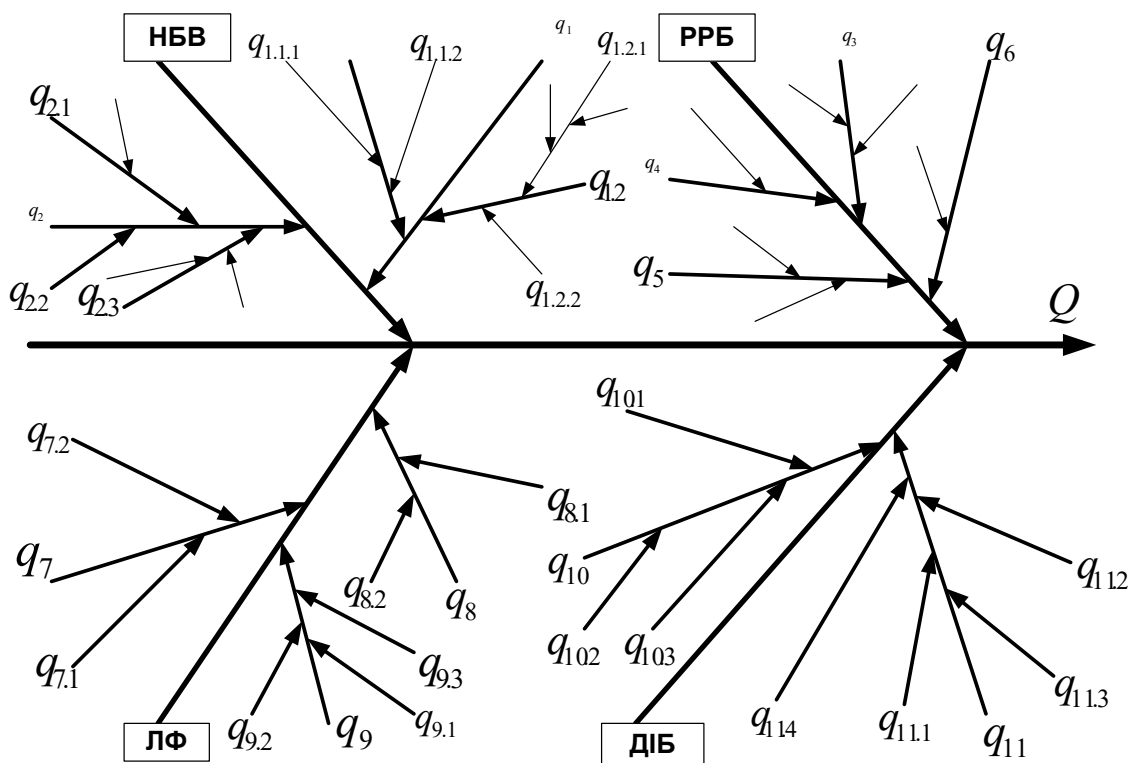


Рисунок 1 – Структуризація факторів, що впливають на показник ефективності технічного обслуговування вагонів

Як видно з рисунка 1, всі фактори згруповані в чотири так звані суперфактори: надійність та безпека вагонів (НБВ); рівень розвитку ремонтної бази (РРБ) підрозділу з технічного обслуговування

вагонів; людський фактор (ЛФ); добротність інформаційної бази (ДІБ).

Кожен з цих суперфакторів поділяється на фактори більш конкретного змісту, а вони у свою чергу - на фактори іще більш конкретного змісту і т. д.

У таблиці 1 наведені найбільш істотні з них.

Найбільш ефективним шляхом вирішення завдання забезпечення надійності та працездатності вагонів є покращення таких якостей вагонних конструкцій, як контролепридатність, доступність, легкознімність та розділюваність, які у сукупності віддзеркалюють таку якість надійності, як ремонтпридатність.

Необхідно також визначати загальні вимоги до забезпечення контролепридатності вагона та його систем і вузлів у частині їх пристосування до діагностування. За допомогою цієї якості відбувається зв'язок конструкції вагона з параметрами існуючої інфраструктури підрозділу з технічного обслуговування вагонів.

Вказані якості вагонних конструкції необхідно закладати на всіх стадіях розробки нових та модернізації існуючих вагонів. Для цього конструктор повинен мати зрозумілу та наочну технологію аналізу ремонтпридатності вагонів-аналогів.

Велику кількість причин транспортних пригод поділяють:

- на причини, що виникають внаслідок відмови техніки;
- причини людського фактора;
- причини, що виникають через несприятливі поєднання обставин, кожна з яких окремо часто не є небезпечною.

Причини, що виникають внаслідок відмов техніки, усуваються, в основному, на етапі проектування, конструювання та виготовлення вагона.

Дії ревізорського апарату, інструкторів і керівних працівників вагонного господарства направлені на розробку та організацію виконання заходів, що мінімізують причини людського фактора та причини, що виникають через несприятливі поєднання обставин.

Будь-які заходи, що направлені на усунення всіх названих причин, для своєї реалізації потребують певних ресурсів – матеріальних, трудових, фінансових та витрат часу.

Необхідним є системний підхід, в основі якого лежить концепція забезпечення безпеки руху з використанням



багатоступеневого захисту вагона від аварій.

Таблиця 1 - Фактори, що впливають на показник ефективності технічного обслуговування вагонів

Суперфактори	Фактори I змісту ( $q_i$ )	Фактори II змісту ( $q_{ik}$ )
Надійність та безпека вагонів (НБВ)	Забезпечення надійності та безпеки вагонів на стадії їх проектування та виготовлення ( $q_1$ )	Генерування нових конструктивних рішень ( $q_{1.1}$ )
		Сучасні методи розрахунків ( $q_{1.2}$ )
	Підтримання надійності та безпеки вагонів на стадії їх експлуатації ( $q_2$ )	Модернізація конструкцій ( $q_{2.1}$ )
		Технічне обслуговування та ремонт вагонів ( $q_{2.2}$ )
		Дотримання правил експлуатації вагонів ( $q_{2.3}$ )
Рівень розвитку ремонтної бази (РРБ)	Розробка нових технологій ремонту тітехнічного обслуговування ( $q_3$ )	
	Механізація та автоматизація робіт ( $q_4$ )	
	Матеріально-технічне спорядження ремонтних підприємств ( $q_5$ )	
	Модернізація ремонтного обладнання ( $q_6$ )	
Людський фактор (ЛФ)	Кваліфікація робітників ( $q_7$ )	Знання ( $q_{7.1}$ )
		Досвід ( $q_{7.2}$ )
	Мотивація трудової діяльності ( $q_8$ )	Матеріальні стимули ( $q_{8.1}$ )
		Моральні стимули ( $q_{8.2}$ )
	Психофізіологічні якості особистості працівника ( $q_9$ )	Стійкість уваги працівника відносно його втоми ( $q_{9.1}$ )
		Спроможність до оперативного прийняття рішень ( $q_{9.2}$ )
Упертість, консерватизм, нездатність змінювати технологію своєї роботи ( $q_{9.3}$ )		
Добротність інформаційної бази (ДІБ)	Джерела первинної інформації ( $q_{10}$ )	Облікові форми типу ВУ ( $q_{10.1}$ )
		Моделі функціонування об'єктів ( $q_{10.2}$ )
		Інші джерела інформації ( $q_{10.3}$ )
	Якість інформації ( $q_{11}$ )	Оперативність ( $q_{11.1}$ )
		Точність та достовірність ( $q_{11.2}$ )
		Доступність ( $q_{11.3}$ )

Завданнями підрозділів з технічного обслуговування та ремонту вагонів у сучасних умовах є утримання вагонів у працездатному стані, виконання встановленого плану ремонту, раціональне використання технічних засобів, які є у наявності, досягнення найбільшої ефективності роботи підприємств.

На даний час підрозділи з технічного обслуговування та ремонту вагонів в основному виконують покладені на них функції. Проте стан виробничо-технічної бази і технологічний рівень підприємств за багатьма параметрами не відповідає зростаючим потребам залізничної галузі та європейським стандартам якості технічного обслуговування та ремонту вагонів, що найближчим часом може стати перешкодою для його подальшого соціально-економічного розвитку. Тому існує потреба удосконалювати ремонтну та експлуатаційну бази підрозділів з технічного обслуговування та ремонту вагонів.

До проблем, які слід розв'язати для забезпечення подальшого розвитку підрозділів з технічного обслуговування та ремонту вагонів, належать:

- невідповідність організаційної структури умовам розвитку ринкової економіки країни;
- прогресуюче старіння основних фондів (загальний ступінь зносу основних фондів становить 68 %);
- відсутність державної підтримки інноваційного розвитку експлуатаційної бази вагонів та недосконалість законодавчої бази у частині залучення інвестицій.

Інформація щодо надійності та працездатності вагонів потрібна для керування і організації технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту вагонів і для ефективної організації інших служб.

Традиційно таке керування базується на так званому ручному збиранні та обробці даних експлуатації вагонів.

Для цього на залізницях ще у 30-х роках минулого століття була створена чітка система протоколювання виявлених змін у технічному стані вагонів та інших подій у вигляді облікових форм.

Існує наявна потреба мати декілька варіантів отримання первинної інформації і в тому числі тих, які були б більш оперативними та орієнтованими на відповідні функції технічного обслуговування та ремонту вагонів.

Основною функцією при експлуатації вагонів є своєчасне виявлення пошкоджень та відмов вагонних конструкцій в умовах експлуатації і в рамках здійснення планових видів ремонту

Особливістю сучасного етапу інформатизації системи технічного обслуговування та ремонту вагонів є створення так званої вагонної моделі, що буде працювати в режимі реального часу з відображенням номеру, технічного стану, координат місця перебування вагона.

*Завдання:* визначити вплив на ефективність технічного обслуговування вагонів такого фактора як:

- 1) забезпечення надійності та безпеки вагонів на стадії їх проектування та виготовлення;
- 2) підтримання надійності та безпеки вагонів на стадії їх експлуатації;
- 3) розробка нових технологій ремонту і технічного обслуговування;
- 4) механізація та автоматизація робіт при технічному обслуговуванні вагонів та при виконанні планових видів ремонту;
- 5) матеріально-технічне спорядження підприємств з технічного обслуговування і тих, що виконують планові ремонти вагонів;
- 6) модернізація обладнання підприємств з технічного обслуговування вагонів і тих, що виконують планові ремонти вагонів;
- 7) кваліфікація робітників;
- 8) мотивація трудової діяльності;
- 9) джерела первинної інформації;
- 10) якість інформації.

Варіант завдання для самостійної роботи вказує викладач.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2**

### **Пошук та опис інформації передового досвіду технічного обслуговування заданого вузла вагона**

*Мета заняття:* ознайомитися з вітчизняним або закордонним передовим досвідом технічного обслуговування вагонів та їх вузлів.

На підставі періодичних вітчизняних та закордонних видань та відповідних сайтів Інтернету, доступних матеріалів підприємств вагонного господарства ознайомитися з вітчизняним або закордонним передовим досвідом технічного обслуговування вагонів та їх вузлів.

Отриманий матеріал проаналізувати з точки зору техніко-економічних переваг у порівнянні з аналогічним, що діє на базовому підприємстві (базове підприємство вагонного господарства магістрант обирає самостійно, відповідно до місця його роботи або проживання). Вказати можливі недоліки. Визначити перспективи розширення передового досвіду на базове підприємство.

Надати матеріал щодо передового досвіду з виконаним аналізом у письмовому вигляді як реферат, або як доповідь перед аудиторією.

*Завдання:* ознайомитися з вітчизняним або закордонним передовим досвідом технічного обслуговування:

- 1) вантажних вагонів на ПТО в парку прибуття;
- 2) вантажних вагонів на ПТО в парку формування;
- 3) вантажних вагонів на ПТО в парку відправлення;
- 4) вантажних вагонів на ПТО в транзитному парку;
- 5) вантажних вагонів на ПТО з відчепленням їх від составів;
- 6) вантажних вагонів на ППВ до перевезень;
- 7) цистерн на ППС;
- 8) пасажирських вагонів на ЛПТО пункту формування;
- 9) пасажирських вагонів на ЛПТО з відчепленням їх від составів;
- 10) пасажирських вагонів у пункті формування при виконанні ТО-2;
- 11) пасажирських вагонів у пункті формування при виконанні ТО-3;
- 12) вантажних та пасажирських вагонів на шляху прямування в складі поїздів.

Варіант завдання для виконання самостійної роботи вказує викладач.

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3**

#### **Розробка ієрархічного графа структури вагонів та їх вузлів як об'єктів діагностування**

*Мета заняття:* розглянути вагони та їх вузли як об'єкти діагностування у вигляді системи, що складається з блоків, які взаємозалежні, але виконують різні функції.

Незважаючи на розмаїтість конструктивного виконання, усі типи вагонів можна розглядати як узагальнений об'єкт діагностування у вигляді системи, що складається з безлічі блоків разом зі зв'язками і їхніми ознаками. Відповідно до теорії систем під блоками вагона будемо мати на увазі його частини чи складальні одиниці у вигляді установок, приладів, апаратів і різноманітних інших елементів.

Зв'язки поєднують блоки в єдине ціле, тобто в систему. Власне кажучи, тільки наявність багатьох видів зв'язків (включаючи причинні, логічні, випадкові і т. д.) робить поняття системи корисним. З визначення системи випливає, що вагон як система допускає можливість розбиття на підсистеми. Перехід до підсистем приводить до нової безлічі зв'язків. Отже, вагон можна розділити спочатку на великі підсистеми, а потім у міру поглиблення процесу діагностування робити все нові поділи системи.

При поділі системи на підсистеми необхідно враховувати їхні взаємодії і взаємний вплив.

Якщо кожна частина системи зв'язана в такий спосіб з іншою частиною, що зміна в одній частині викликає зміни у всіх інших частинах і у всій системі, у цьому випадку говорять, що система поводить себе когерентно або як одне ціле. Іншу крайність являють собою підсистеми, що зовсім не впливають одна на одну. У цьому випадку підсистеми називаються незалежними чи адитивними.

При розробленні стратегії діагностування вагонів необхідно враховувати роль даної підсистеми, тобто є вона ведучою чи обслуговуючою.

Під ведучою підсистемою вагона розуміється така, що відіграє головну роль у роботі всієї системи. Звичайно малі зміни в роботі цієї підсистеми призводять до значних змін у всіх ланках системи. Тому для підвищення надійності всієї системи в першу чергу має бути захищеною ведуча підсистема від несприятливих впливів і саме за нею встановлений ретельний діагностичний контроль.

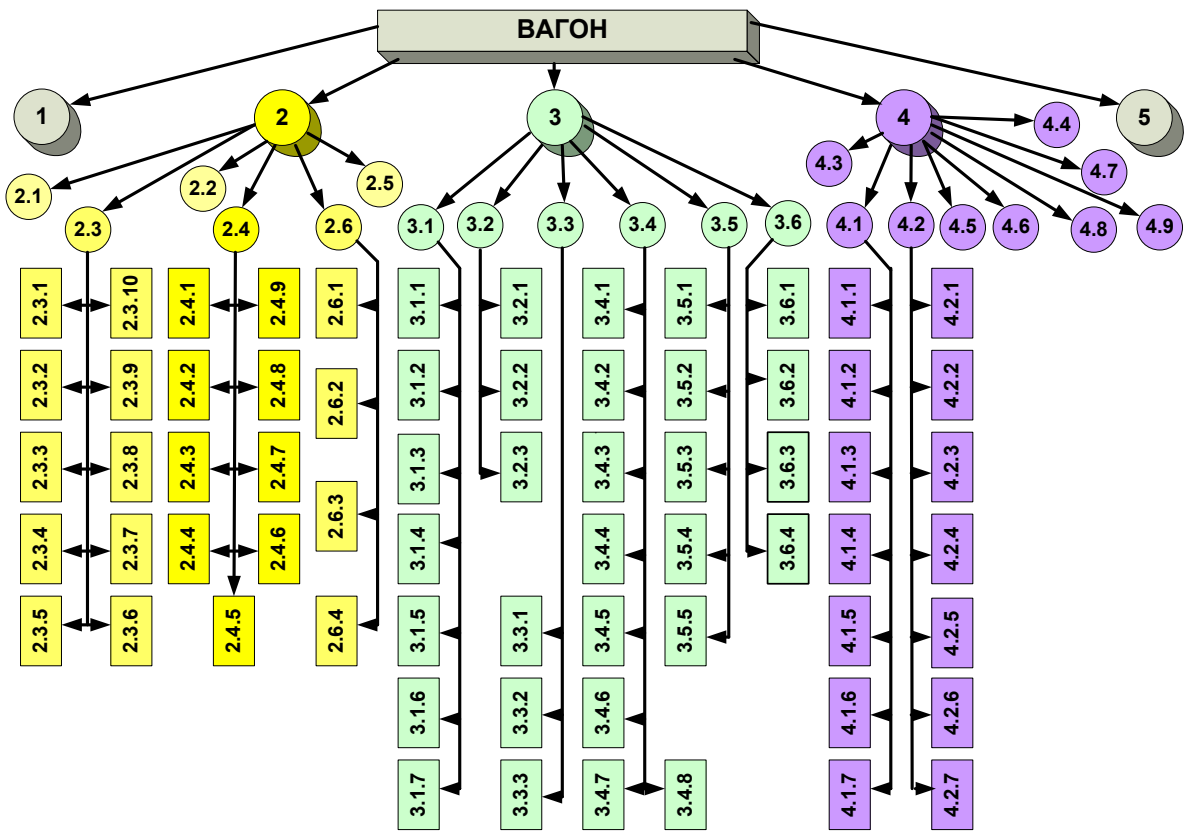
Аналіз конструкцій різних типів вагонів показує, що в них можна виділити кілька ведучих підсистем. Таке розчленовування узагальненого вагона як об'єкта діагностування наведено на рисунку 2.

Вагон подається у вигляді системи, що складається з блоків, які взаємозалежні, але виконують різні функції. Тому як об'єкт діагностування вони можуть розглядатися відокремлено з подальшим урахуванням взаємного впливу. Вершинам графа відповідають конструкційні об'єкти вагона, а дуги вказують зв'язки цих об'єктів поміж собою.

*Завдання:* розробити ієрархічний граф структури вузлів вагонів як об'єктів діагностування:

- 1) автозчепу вагона;
- 2) автогальм вантажного вагона;
- 3) буксового вузла вагона;
- 4) колісних пар;
- 5) візка вантажного вагона;
- 6) візка пасажирського вагона;
- 7) кузова вантажного вагона;
- 8) кузова пасажирського вагона;
- 9) електрообладнання вагона;
- 10) кондиціонування повітря в пасажирському вагоні.

Варіант завдання для самостійної роботи вказує викладач.



1 - кузов; 2 - ходова частина; 2.1 - рама бокова; 2.2 - колісна пара; 2.3 - букса ; 2.3.1 - корпус букси; 2.3.2 - підшипники; 2.3.3 - лабіринтне ущільнення; 2.3.4 - кришка кріпильна; 2.3.5 - кришка оглядова; 2.3.6 - болти кріплення кришок; 2.3.7 - гайка торцева; 2.3.8 - планка стопорна; 2.3.9 - болти планки стопорної; 2.3.10 - мастило буксове; 2.4 - важільна передача; 2.4.1 - важіль вертикальний; 2.4.2 - серга; 2.4.3 - розпірка; 2.4.4 - шайба; 2.4.5 - шплінт; 2.4.6 - підвіска триангеля; 2.4.7 - валик; 2.4.8 - триангель; 2.4.9 - башмак; 2.5 - надресорна балка; 2.6 - центральне підвішування; 2.6.1 - пружина зовнішня; 2.6.2 - пружина внутрішня; 2.6.3 - фрикційна планка; 2.6.4 - фрикційний клин; 3 - автогальмове обладнання; 3.1 - магістраль; 3.1.1 - магістральна труба; 3.1.2 - кран кінцевий; 3.1.3 - державка; 3.1.4 - рукав; 3.1.5 - трійник; 3.1.6 - кран роз'єднувальний; 3.1.7 - арматура (муфти, гайки); 3.2 - повітродозподільник; 3.2.1 - магістральна частина; 3.2.2 - головна частина; 3.2.3 - двохкамерний резервуар; 3.3 - запасний резервуар; 3.3.1 - корпус; 3.3.2 - штуцер магістралі; 3.3.3 - штуцер водоспускний; 3.4 - гальмовий циліндр; 3.4.1 - корпус; 3.4.2 - кришка передня; 3.4.3 - кришка задня; 3.4.4 - поршень; 3.4.5 - манжета; 3.4.6 - кільце змащувальне; 3.4.7 - шток; 3.4.8 - пружина; 3.5 - важільна передача; 3.5.1 - авторегулятор важільної передачі; 3.5.2 - тяга; 3.5.3 - важіль головний; 3.5.4 - затяжка; 3.5.5 - важіль вертикальний; 3.6 - авторегулятор; 3.6.1 - корпус; 3.6.2 - демпферна частина; 3.6.3 - пневмореле; 3.6.4 - кронштейн; 4 - автозчепний пристрій; 4.1 - автозчепка; 4.1.1 - корпус; 4.1.2 - замок; 4.1.3 - замкоутримувач; 4.1.4 - запобіжник від саморозчепу; 4.1.5 - підйомник; 4.1.6 - валик підйомника; 4.1.7 - болт; 4.2 - поглинальний апарат; 4.2.1 - корпус; 4.2.2 - конус натискний; 4.2.3 - стяжний болт; 4.2.4 - клин фрикційний; 4.2.5 - шайба натискна; 4.2.6 - пружина зовнішня; 4.2.7 - пружина внутрішня; 4.3 - тяговий хомут; 4.4 - клин тягового хомута; 4.5 - маятникова підвіска; 4.6 - плита упорна; 4.7 - балка центрвальна; 4.8 - розчіпний важіль; 4.9 - ланцюг розчіпний; 5 - спеціальне обладнання.

Рисунок 2 - Граф типової структури вантажного вагона як

об'єкта діагностування (три рівня ієрархії)

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4**

### **Визначення пристосування заданого вузла (деталі) або системи вагона до діагностування (контролепридатності)**

*Мета заняття:* отримати відомості про пристосування вузла (деталі) або системи вагона до діагностування (контролепридатності)

Відповідно до вимог державного стандарту (ГОСТ 26656-85) вироби мають містити кількісні значення показників їх пристосування до технічної діагностики і якісні вимоги.

Пристосування об'єкта до діагностування (контролепридатність) – властивість об'єкта, яка характеризує його придатність до діагностування.

Характеристика контролепридатності – конструкторський документ, який містить відомості про пристосування об'єкта до діагностування. До відомостей про пристосування об'єкта до діагностування належать: завдання діагностування, переліки діагностичних (контрольованих) параметрів, стимулюючих та контрольованих сигналів, алгоритм діагностування (контролю), норми показників діагностування (контролю) тощо.

Контролепридатність вузлів вагонів у частині їх пристосування до діагностування необхідно забезпечувати на всіх стадіях розробки нових і модернізації існуючих вагонів з метою підвищення ефективності діагностування при оптимальних витратах на розробку, виготовлення, технічне обслуговування та ремонт вузлів. Дослідження контролепридатності вузлів вагонів дає змогу встановити вимоги до параметрів, методів та засобів технічного діагностування.

Показники пристосування до технічної діагностики вузлів та деталей вагонів необхідно визначати: для обґрунтування вибору оптимального варіанта технічної діагностики; контролю якісних вимог; накопичення статистичних даних про пристосування до технічної діагностики конкретних типів вузлів та наступного використання цих даних при забезпеченні пристосування до технічної діагностики інших конструктивних варіантів.

Номенклатура показників має бути такою: середня оперативна



трудомісткість даного виду діагностування ( $S_d$ ); коефіцієнт безрозбірного діагностування (Кб.д.). Для діагностування вузлів вагона в умовах вагоноремонтних підприємств, замість середньої оперативної трудомісткості даного виду діагностування, можна застосувати середню оперативну тривалість ( $T_d$ ) або питому сумарну оперативну трудомісткість діагностування ( $S_{уд}$ ). Як показник пристосування до технічної діагностики вузлів вагонів в умовах експлуатації доцільно використовувати коефіцієнт безрозбірного діагностування (Кб.д.).

Значення показників пристосування до технічної діагностики вузла обирається з урахуванням: вимог до надійності його роботи та діючої нормативно-технічної документації щодо технічного утримання вагон.

Якісні вимоги пристосування до технічної діагностики мають визначати загальні вимоги до параметрів, методів, засобів технічної діагностики, конструкції вузла. Вони включають у себе: вимоги до кількості діагностичних параметрів, що забезпечують отримання достатньої інформації щодо технічного стану буксового вузла; вимоги до номенклатури вбудованих та зовнішніх засобів технічної діагностики, їх точності та достовірності; вимоги до забезпечення оптимальності алгоритму діагностування, що встановлюється з урахуванням забезпечення найбільш економічної експлуатації вузла при заданому рівні його безвідмовності.

Загальні вимоги до конструкції вузла вагона включають: вимоги до введення в його конструкцію вбудованих засобів мікропроцесорної техніки, які забезпечують видавання сигналів, що контролюють, на зовнішні засоби технічної діагностики; вимоги до числа, розташування та доступності до місця установки засобів мікропроцесорної техніки у вузлі, виходячи з мінімальної трудомісткості підготовчих та заключних робіт з урахуванням мінімальних демонтажних робіт; вимоги до виконання приєднання до конструкції вузла засобів мікропроцесорної техніки та конкретних розмірів приєднання; вимоги до легкого приєднання та знімання приєднання; вимоги до захисту приєднання засобів мікропроцесорної техніки від пошкоджень та забруднень при експлуатації вузла вагона.

Коефіцієнт безрозбірного діагностування вузлів вагонів як когерентної системи визначається за формулою:

$$K_{б.д.} = \frac{\Pi_k}{\Pi_n} \quad (1)$$

де  $\Pi_k$  – число параметрів, які контролюються при діагностуванні вузла;

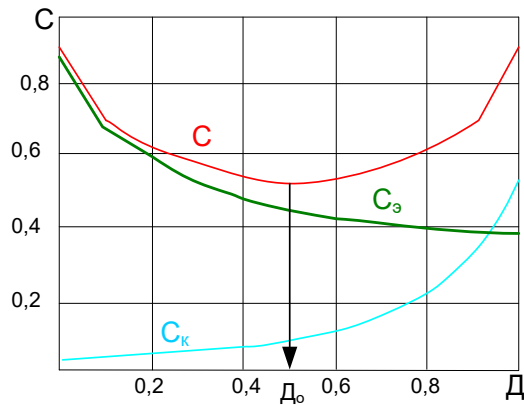
$\Pi_n$  – загальне число параметрів, що можливо контролювати при діагностуванні вузла.

Сумарні фінансові витрати, пов'язані з підвищенням достовірності контролю, можна зобразити у вигляді виразу:

$$C = C_e + C_k, \quad (2)$$

де  $C_e$  і  $C_k$  – витрати відповідно на експлуатацію вузла та систему контролю.

Оскільки з підвищенням достовірності контролю  $D$  витрати  $C_e$  зменшуються, а витрати  $C_k$  збільшуються, то функція  $C = f(D)$  має екстремум, а саме мінімум, якому відповідає оптимальне значення  $D_0$ . На рисунку 3 подана графічна інтерпретація якісної залежності  $C = f(D)$ . Для кількісної оцінки залежності сумарних фінансових витрат від достовірності контролю та оцінки оптимального значення  $D_0$  необхідно мати відповідні статистичні дані щодо залежностей  $C_e = f_1(D)$  і  $C_k = f_2(D)$  відповідно до конкретних конструкцій вузлів та системи діагностування. В загальному випадку функції  $f_1$  і  $f_2$  можна апроксимувати квадратичними залежностями.



$C_k$  — витрати на систему контролю;  $C_e$  — витрати на експлуатацію об'єкта;  
 $C$  — сумарні витрати;  $D_0$  — оптимальне значення достовірності контролю

Рисунок 3 — Якісна залежність витрат на контроль та експлуатацію вузла вагона від достовірності контролю

*Завдання:* визначити пристосування заданого вузла (деталі) або системи вагона до діагностування:

- 1) автозчепу вагона;
- 2) автогальм вантажного вагона;
- 3) буксового вузла вагона;
- 4) колісних пар;
- 5) візка вантажного вагона;
- 6) візка пасажирського вагона;
- 7) кузова вантажного вагона;
- 8) кузова пасажирського вагона;
- 9) електрообладнання вагона;
- 10) кондиціонування повітря в пасажирському вагоні.

Варіант завдання для самостійної роботи вказує викладач.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5

### **Інженерний спосіб побудови алгоритмів діагностування вагонів та їх вузлів**

*Мета заняття:* отримати навички побудови алгоритмів діагностування вагонів та їх вузлів.

При побудові алгоритмів (програм) своєчасного виявлення пошкоджень та відмов вагонів розрізняють послідовний, комбінаційний і комбінаційно-послідовний методи використання інформації.

При послідовному методі інформація про технічний стан окремих функціональних елементів контрольованих вузлів вводиться в систему діагностики, у тому числі і в автоматизовані системи контролю, і логічно обробляється послідовно. При послідовному методі використання інформації програма перевірок і пошуку пошкоджень та відмов може бути жорсткою або гнучкою.

Жорсткою називається програма, коли вихідні параметри функціональних елементів контролюються в строгій, заздалегідь визначеній послідовності незалежно від результатів їх контролю.

Гнучкою називається програма, при використанні якої зміст і послідовності проведення подальших перевірок залежать від результатів попереднього контролю.

При комбінаційному методі використання інформації результати контролю логічно обробляються тільки після накопичення інформації про всі параметри контрольованих або таких, що діагностуються, вузлах.

Комбінаційно-послідовний метод передбачає послідовну обробку інформації, що отримується в результаті одночасного контролю декількох зі всієї сукупності контрольованих параметрів.

Вибір того або іншого методу використання інформації про технічний стан контрольованого об'єкта обумовлений структурою діагностики (контролю) і необхідною глибиною пошуку несправностей.

Він накладає певні вимоги на принципи побудови і структуру системи діагностики (контролю).

Вид алгоритму (програми) пошуку несправностей істотно впливає на ефективність процесу діагностики. При розробленні алгоритму пошуку зазвичай вирішують два завдання:

- визначають якнайкращий набір контрольованих параметрів;
- отримують якнайкращу послідовність вимірювання контрольованих параметрів.

*Інженерний спосіб побудови алгоритмів діагностування* заснований на обчисленні функцій переваги. При цьому початковими даними є функціональна схема об'єкта, що діагностується, і таблиця несправностей.

Функція переваги вибирається відповідно до вирішуваного завдання діагностики і початкових даних. При цьому розглядаються три випадки: для оцінки працездатності; для пошуку несправностей; для оцінки працездатності і пошуку несправностей.

Послідовність контрольованих параметрів вибирається за екстремальними значеннями вибраної функції переваги. Для зручності вирішення в матриці станів рядки і стовпці зазвичай міняють місцями. Рівність деякого *ij*-го матричного елемента описується символом *0* або *1*. Нуль означає, що відмова *i*-го функціонального елемента впливає на вихідний параметр *j*-го функціонального елемента. Контролюючи параметр  $z_j$ , можна визначити технічний стан *i*-го функціонального елемента. Таким чином, чим більше нулів у рядку  $z_j$  матриці станів, тим більшу інформацію несе даний параметр про технічний стан об'єкта, що діагностується. Звідси функція переваги при оцінці працездатності об'єкта, що діагностується,

$$W_1 = \max_{i \in N} W_1(z_i), \quad (3)$$

$$W_1(z_i) = \sum_{j=1}^N S_0(ij), \quad (4)$$

де  $S_0(ij) = 1$ , якщо стан *ij*-го матричного елемента описується нулем, та  $S_0(ij) = 0$ , якщо стан матричного елемента описується одиницею.

Першим для контролю беруть параметр  $z_i$  у якого функція  $W_1(z_i)$  має максимальне значення. В результаті контролю даного параметра матриця станів ділиться на дві частини. В одну частину входять стани, для яких результати контролю вибраного параметра мають позитивне, а в іншу - негативне рішення. Оскільки при оцінці

працездатності об'єкта не потрібно визначати окремі стани, а потрібно фіксувати тільки факт справності або відмови, то надалі потрібно контролювати тільки першу частину матриці станів. Для неї аналогічним чином потрібно обчислити значення функції переваги  $W_1(z_i)$  та вибрати для контролю параметр по максимуму.

Якщо для об'єкта, що діагностується, відома імовірність станів  $P(S_i)$ , то функція переваги буде такою:

$$W_2 = \max_{i \in N} W_2(z_i), \quad (5)$$

$$W_2(z_i) = \sum_{j=1}^N P(S_j) \cdot S_0(ij). \quad (6)$$

Якщо для об'єкта, що діагностується, відома імовірність станів  $P(S_i)$  та вартості контролю параметрів  $C(z_i)$ , то функція переваги буде мати вираз

$$W_3(z_i) = \frac{\sum P(S_j) \cdot S_0(ij)}{C(z_i)}. \quad (7)$$

Для даних функцій переваги алгоритм оцінки працездатності залишається таким самим.

У разі, коли задана імовірність станів  $P(S_i)$  контрольованого об'єкта та вартості контролю параметрів  $C(z_i)$  функціональних елементів, функції переваги набудуть вигляду

$$W_5(z_i) = \min \left| \sum_{j=1}^N P(S_i) \cdot S_0(ij) - \sum_{j=1}^N P(S_i) \cdot S_1(ij) \right|, \quad (8)$$

$$W_5(z_i) = \min C(z_i) \cdot \left| \sum_{j=1}^N P(S_i) \cdot S_0(ij) - \sum_{j=1}^N P(S_i) \cdot S_1(ij) \right|. \quad (9)$$

При сумісному контролі працездатності об'єкта, що діагностується, та пошуку в ньому несправностей для створення алгоритму оцінки працездатності слід користуватися функціями переваги:

$$W_1(z_i) = \max_i \sum_{j=1}^N S_0(ij); \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad (10)$$

$$W_2(z_i) = \max_i \left[ \sum_{j=1}^N P(S_j) \cdot S_0(ij); \right] \quad (11)$$

$$W_3(z_i) = \max_i \left[ \frac{\sum_{j=1}^N P(S_j) \cdot S_0(ij);}{C(z_i)} \right]. \quad (12)$$

Для пошуку несправностей слід користуватися функціями:

$$W_4(z_i) = \min_i \left[ \sum_{j=1}^N S_0(ij) - \sum_{j=1}^N S_1(ij) \right]; \quad (13)$$

$$W_5(z_i) = \min_i \left[ \sum_{j=1}^N P(S_j) \cdot S_0(ij) - \sum_{j=1}^N P(S_j) \cdot S_1(ij) \right]; \quad (14)$$

$$W_6(z_i) = \min_i \left\{ C(z_i) \cdot \left[ \sum_{j=1}^N S_0(ij) - \sum_{j=1}^N S_1(ij) \right] \right\}. \quad (15)$$

*Завдання:* розробити алгоритм (програму) своєчасного виявлення пошкоджень та відмов:

- 1) автозчепу вагона;
- 2) автогальм вантажного вагона;
- 3) автогальм пасажирського вагона;
- 4) буксового вузла вагона;
- 5) колісних пар;
- 6) візка вантажного вагона;
- 7) візка пасажирського вагона;
- 8) ресорного підвішування візка пасажирського вагона;
- 9) електрообладнання вагона;
- 10) кондиціонування повітря в пасажирському вагоні.

Варіант завдання для самостійної роботи вказує викладач.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6**

**Встановлення межових та допустимих структурних і діагностичних параметрів, значень експлуатаційних показників вузлів та деталей вагонів**

*Мета заняття:* отримати практичні навички встановлення межових та допустимих структурних і діагностичних параметрів, значень експлуатаційних показників вузлів та деталей вагонів.

Вагон, вузол і кожна деталь виготовляється за розробленими кресленнями з певними допусками на розмір та дотриманням існуючих технічних умов. Усі ці деталі та вузли при встановленні на вагоні утворюють структуру, тобто конструкцію, яка складається з певної кількості сукупно працюючих функціональних вузлів. Структуру вагона, як і інших машин, часто називають упорядкованою, на відміну від тих деталей, що можуть бути звалені у купу.

У процесі тривалого використання макроструктура, тобто структура, яка характеризується взаємним розташуванням деталей, не змінюється. Проте мікроструктура, тобто взаємозв'язок сполучення окремих деталей (структурних елементів) поступово змінюється внаслідок ряду процесів руйнування. Змінюються розміри та форма самих структурних елементів. Можлива зміна характеру взаємодії сполучених деталей.

Структура функціональних вузлів, зв'язок та взаємодія структурних елементів характеризуються та оцінюються певними параметрами, що називаються структурними параметрами.

Структурний параметр – фізична величина різноманітної природи: геометричні розміри (лінійні, площі, об'єми); механічні (зусилля затягування, тиск, швидкість обертання, амплітуда коливань); акустичні (сила звуку); електричні (напруга, сила струму, опір); теплові (температура) тощо.

Технічний стан вузла оцінюється кількісними значеннями структурних параметрів, які можуть бути номінальними, допустимими та межовими.

У процесі експлуатації структурні параметри змінюються, тобто збільшуються або зменшуються їх чисельні значення, але завжди це призводить до погіршення технічного стану вузла, що у свою чергу несприятливо впливає на сукупність його експлуатаційних якостей.

Зміна структурного параметра, яка супроводжується



погіршенням технічного стану вузла, звичайно зовні проявляється в появі стуку, шуму, вібрації та інших явищ, які ще не призводять до втрати працездатності вузла, але вказують на його несправність.

Допустиме значення структурного параметра приймається умовно, як межа несправності. При цьому значенні параметра вузол вже не можна вважати справним, але разом з тим він ще працездатний.

Отже, поступово накопичуючись, зміни структурних параметрів поступово досягають такої кількісної межі, при якій настає докорінна, іноді стрибкоподібна якісна зміна.

Граничне значення структурного параметра відповідає або повній втраті працездатності вузла, тобто неможливості виконувати свої функції, або такому зниженню експлуатаційних якостей, коли подальша експлуатація вагона стає неможливою з технічних та економічних міркувань.

Наприклад, на рисунку 4 зображено, як зі збільшенням напрацювання (тривалості або обсягу роботи вузла, що виміряні в кілометрах пробігу, при досягненні допустимого рівня значення структурного параметра при пробігу  $L_e$  у вузлі виникають несправності; якщо вони не були усунені, то при пробігу  $L_m$  значення структурного параметра сягають межового рівня й настає відмова.

Таким чином, при значеннях структурного параметра, які перебувають між номінальними та допустимими їх рівнями, можна говорити про їх технічний стан.

Своєчасно не усунена несправність може призвести до відмови.

Незважаючи на те, що несправності вузлів, на відміну від відмови, не спричиняють втрати працездатності, при наявності деяких несправностей експлуатація вагона не допускається.

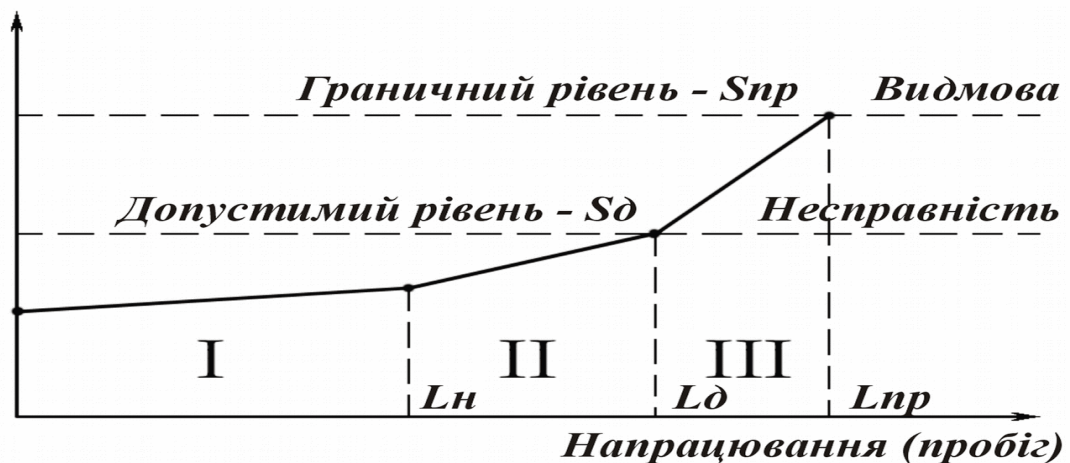
Параметри вихідних супутніх або робочих процесів дуже зручно приймати за непрямі ознаки чи симптоми несправного технічного стану об'єкта без його розбирання, тому що вихідні параметри по самій суті цього поняття можуть визначатися зовні, вони доступні вимірюванню. Однак не кожен вихідний параметр може стати діагностичним, тобто використовуватися при проведенні операції діагностування. Для цього параметр має відповідати таким вимогам:

*однозначності* – тобто кожному значенню структурного

параметра, який характеризує технічний стан об'єкта, відповідає тільки одне, цілком визначене значення параметра вихідного процесу;

*чутливості* – тобто зміні структурного параметра має відповідати якомога більша зміна вихідного параметра;

*доступності та зручності* вимірювання параметра.



<i>Справний технічний стан</i>	<i>Несправний</i>
<i>Працездатність вузла</i>	<i>Непрацездатність</i>

Рисунок 4 - Залежність технічного стану вузла від тривалості або обсягу роботи

Розглядаючи графіки залежності параметра вихідного процесу від величини структурного параметра (рисунок 5, а), припустимо, що по осі абсцис відкладена величина структурного параметра  $S$ , наприклад зазору, а по осі ординат – параметр вихідного процесу  $D$ .

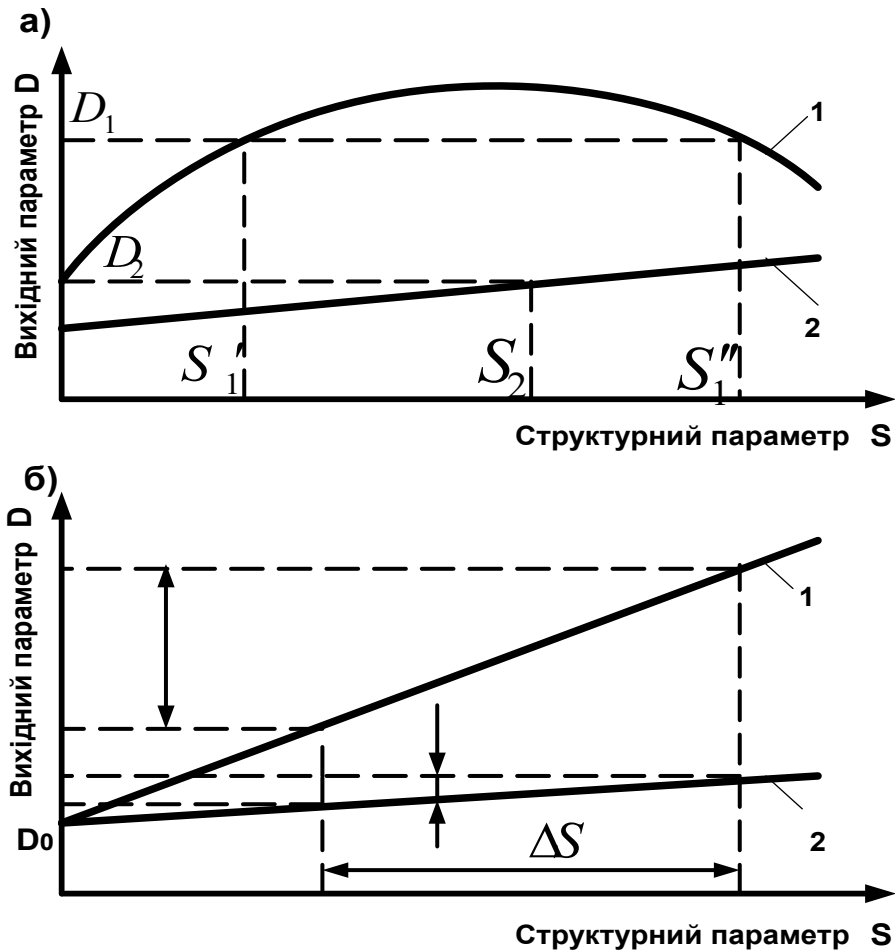


Рисунок 5 - Діаграми до визначення поняття: однозначності (а); чутливості (б)

Якщо між структурними та вихідними параметрами залежність лінійна (2), то вона повністю відповідає вимогам однозначності, тому що кожному значенню структурного параметра  $S_2$  відповідає одне значення вихідного параметра  $D_2$ . Для залежності по кривій (1) вимога однозначності не виконується, тому що одному значенню параметра  $D_1$  відповідає два значення  $S'_1$  та  $S''_1$  структурного параметра.

З двох (1 та 2) лінійних залежностей (див. рисунок 5, б) вихідного параметра від структурного видно, що при одній і тій самій зміні  $\Delta S$  вихідний параметр  $D_1$  змінюється більш ніж  $D_2$ , тобто  $\Delta D_1 > \Delta D_2$ . Звідси виходить, що параметр  $D_1$  чутливіший за параметр  $D_2$  і за його зміною легше і точніше можна уловити зміну структурного параметра.

Вимоги, що розглядалися до діагностичних параметрів, можуть бути задоволені при різних швидкісних, вантажних і теплових режимах об'єкта, що діагностується. Тому в процесі діагностування використовуються різноманітні засоби, що завдають або підтримують режим роботи об'єкта, найбільш сприятливі з точки зору інформативності діагностичного параметра, що вимірюється, і відповідно оптимальні для установалення діагнозу.

Початкове значення діагностичного параметра  $D_0$  характеризує повну справність об'єкта діагностики і відповідає номінальному значенню структурного параметра  $S_0$ . Початкове значення структурного параметра характеризує технічний стан вагона після виготовлення його на заводі або при випуску з капітального ремонту при дотриманні затверджених технічних умов. Всі наступні значення діагностичного параметра, які порівнюються з початковим значенням, вказують на ступінь відхилення структурного параметра об'єкта від номіналу.

Допустиме значення структурного параметра характеризує технічний стан від початкового до проміжного значення, коли складальну одиницю або вузол вже не можна вважати справною, але разом з тим продовження експлуатації вагона або його вузла ще можливе до чергового технічного обслуговування або ремонту, але зі зниженими техніко-економічними показниками. Продовження експлуатації вагона призводить до поступового накопичення змін у деталях і вузлах у таких кількостях, що структурні параметри досягають межі, при якій настає докорінна, а часом стрибкоподібна її якісна зміна.

Таким чином, настає межове значення структурного параметра, яке відповідає повній втраті працездатності складальної одиниці або вузла, тобто вузол або повністю перестає виконувати свої функції, або його техніко-економічні властивості знижуються настільки, що подальша експлуатація стає неприпустимою.

Виходячи з цього, з метою об'єктивного і однозначного визначення виду технічного стану вагона запропоновані методи встановлення межових значень параметрів в експлуатації.

При цьому для визначення межових значень параметрів вагонів всі параметри технічного стану були розділені на дві групи:

- параметри, значення яких однозначно характеризують технічний стан вагона або його вузла (функціональні залежності між параметрами відомі);

- параметри, значення яких неоднозначно характеризують технічний стан вагона (функціональні залежності між параметрами невідомі).

Для вирішення цих завдань передбачено граничні значення параметрів першої групи визначати тополого-імовірнісним методом, а другий - статистичними методами.

Визначення граничних значень параметрів тополого-імовірнісним методом проводиться на підставі заданого межового значення вихідного параметра об'єкта із заданою імовірністю.

У розрахунках використовуються відносні відхилення параметрів (надалі - відхилення), визначувані за формулою

$$\delta_i = \frac{\Delta_i}{Z_{in}}, \quad (16)$$

де  $\Delta_i$  - абсолютне відхилення  $i$ -го параметра від його номінального значення ( $Z_{in}$ ).

Початковими даними для розрахунку є:

- $\delta_z$  - задане межове відхилення вихідного параметра об'єкту ( $\delta_{вих}$ );
- $P_3$  - задана імовірність знаходження  $\delta_{вих}$  у межах  $n$ ;
- функціональна схема об'єкта.

Методика заснована на використанні властивостей орієнтовного графа об'єкта, що відображає особливості його структури лінійними або лінеарізованими залежностями відхилень вихідних параметрів елементів від відхилень їх вхідних параметрів. З лінійності рівнянь зв'язку виходить принцип незалежності дії відхилень параметрів окремих елементів на відхилення вихідного параметра об'єкта. На основі цього принципу відхилення параметрів окремих елементів визначаються як незалежні. Метод застосовний при кількості елементів об'єкта не менше 4.

Розрахунок за даною методикою пропонується виконувати в нижченаведеній послідовності.

Спочатку перетворюється функціональна схема об'єкта (вагона або його вузла) в орієнтовний граф. Вершинами графа є елементи об'єкта діагностування (контролю), а гілками - зв'язки між ними. Як вхідні параметри елементу приймають відхилення вихідних параметрів пов'язаних з ним елементів ( $\delta_i$ ). На графі виділяються поглинаючі елементи, тобто елементи, у яких відхилення вихідного параметра не залежить від впливу решти елементів, пов'язаних з ним.

Зміну внутрішніх властивостей елемента обумовлює власне відносне відхилення вихідного параметра, яке на графі зображується петлею при вершині  $i$  позначається  $\delta'_i$ .

Далі задаються попередні межові значення власних відхилень елементів об'єкта  $\delta'_i$ .

Зв'язок між вершинами графа зображується за допомогою полюсних рівнянь

$$\delta_i = \sum_{j=1}^n k_j \delta_j + k_i \delta'_i, \quad j = \overline{1, n}, \quad (17)$$

де  $k_j$  - коефіцієнт впливу  $j$ -го елемента, пов'язаного з  $i$ -м елементом;  
 $\delta_j$  - відхилення вихідного параметра  $j$ -го елемента;  
 $n$  - число елементів, пов'язаних з  $i$ -м елементом;  
 $\delta'_i$  - власне відхилення вихідного параметра  $i$ -го елемента;  
 $k_i$  - коефіцієнт впливу зміни внутрішніх властивостей  $i$ -го елемента на власні відхилення його вихідного параметра.

Після цього необхідно зобразити зв'язок відхилення вихідного параметра об'єкта  $\delta_{вих}$  з відхиленнями параметрів його елементів полюсним рівнянням графа:

$$\delta_{вих} = \sum_{i=1}^m \delta_i + k_{вих} \delta'_{вих}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (18)$$

де  $\delta'_{вих}$  - власне відхилення вихідного параметра об'єкта;  
 $\delta_i$  - відхилення вихідного параметра  $i$ -го елемента;  
 $m$  - число елементів об'єкта, відображених на графі;  
 $k_{вих}$  - коефіцієнт впливу зміни внутрішніх властивостей вихідного елемента об'єкта на відхилення його вихідного

параметра.

Далі необхідно обчислити максимальне відхилення вихідного параметра об'єкта  $\delta_{вих}^{\max}$  на основі принципу розрахунку "на якнайгірший випадок". Для цього у формулу (18) потрібно підставити попередні межові значення власних відхилень параметрів елементів  $\delta'_n$ .

Використовуючи отриману величину  $\delta_{вих}^{\max}$ , будують криву розподілу відхилення  $\delta_{вих}$  за допомогою "правила трьох СІГМ":

$$\sigma_{вих} = \frac{1}{3} \delta_{вих}^{\max}, \quad (19)$$

де  $\sigma_{вих}$  - середньоквадратичне відхилення вихідного параметра.

Максимальне значення щільності імовірності відхилення вихідного параметра  $f(\delta_{вих}^{\max})$  визначається з виразу

$$f(\delta_{вих}^{\max}) = \frac{1}{\sigma_{вих} \sqrt{2\pi}}. \quad (20)$$

Далі визначаються значення  $n$ , відповідні заданим  $\delta_n$ , і імовірність знаходження  $n$  у заданих межах з виразу

$$P = \frac{S_\delta}{S_0}, \quad (21)$$

де  $S_\delta$  - площа, обмежена кривою  $f(t_{вих})$  і ординатами в точках  $n$ ;

$S_0$  - загальна площа під кривою  $f(t_{вих})$ .

Після цього порівнюють знайдену вірогідність  $P$  із заданою  $p_3$ . При  $P = p_3$  задані попередні межові значення власних відхилень  $\delta'_i$  елементів об'єкта коригуються за шукані. При  $P \neq p_3$  значення  $\delta'_i$  коректуються до отримання рівності  $P = p_3$ . При цьому значення  $\delta'_i$  збільшують при  $P > p_3$  і зменшують при  $P < p_3$ .

Межові значення параметрів елементів об'єкта визначають за формулою

$$|Z_{im}| = |Z_{in}| + |\Delta_i|, \quad (22)$$

де  $|Z_{im}|$  - максимальне значення параметра;  
 $|Z_{in}|$  - номінальне значення параметра.

*Завдання:* встановити межові та допустимі структурні та діагностичні параметри значень експлуатаційних показників:

- 1) автозчепу вагона;
- 2) автогальм вантажного вагона;
- 3) автогальм пасажирського вагона;
- 4) буксового вузла вагона;
- 5) колісних пар;
- 6) візка вантажного вагона;
- 7) візка пасажирського вагона;
- 8) ресорного підвішування візка пасажирського вагона;
- 9) електрообладнання вагона;
- 10) кондиціонування повітря в пасажирському вагоні.

Варіант завдання для самостійної роботи вказує викладач.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 7**

### **Визначення мети та розробка завдання щодо вибору методів і засобів діагностування технічного стану вагонів**

*Мета заняття:* здобути навички визначення мети та розробити завдання щодо вибору методів і засобів діагностування технічного стану вагонів та їх вузлів.

Розробникам технічного завдання необхідно перш за все



з'ясувати цілі, які ставляться до вибору засобів діагностування технічного стану вагонів та їх вузлів. Вони можуть бути такими:

- 1) для процесу технічного обслуговування – це визначення дійсної потреби в тій чи іншій операції технічного обслуговування, прогнозування моменту виникнення відмови;
- 2) при ремонті – це з'ясування причин відмови, усунення її найбільш ефективним способом, оцінка якості ремонту;
- 3) у процесі експлуатації – це контроль експлуатаційних показників.

Як засоби своєчасного виявлення пошкоджень та відмов вагонів (апаратне забезпечення) використовуються універсальне контрольнo-діагностичне устаткування та спеціалізоване (включаючи вбудовані засоби діагностики). Програмне забезпечення визначає стратегію і тактику здійснення контрольних операцій.

Існують прямі і непрямі методи своєчасного виявлення пошкоджень та відмов конструкцій, що базуються на діагностуванні. Прямі методи здійснюють досягнення мети діагностування (контролю) безпосередніми вимірюваннями характеристик об'єкта. В основі непрямих методів покладений заздалегідь встановлений зв'язок (детермінований або імовірнісний) вимірюваних величин з шуканими показниками, наприклад, шляхом аналізу електричних характеристик (струм, напруга і ін.), що отримують за допомогою вбудованого контролю або через зовнішні виводи, аналізу теплового випромінювання і розподілу температури робочого тіла об'єкта контролю, розпізнавання зразків і т. д. Непрямі методи у ряді випадків виявляються єдино можливими, оскільки вони дозволяють здійснити дистанційний контроль. У зв'язку із значним зростанням складності об'єктів діагностування (контролю), кількості виконуваних ними функцій, номенклатури використовуваних матеріалів непрямі методи є найбільш перспективними.

Дистанційне діагностування (контроль) полягає в проведенні контролюючих операцій за відсутністю доступу до об'єкта контролю. Дистанційний контроль здійснюється з використанням каналів передачі інформації. Дистанційний контроль можливий, якщо отримана за його допомогою інформація достовірна, тобто

погрішності, що вносяться перетворювачами інформації і каналами її передачі, істотно менші величини контрольованої ознаки.

Завдання, які має вирішувати технічна діагностика, полягають у такому:

1 Вивчення об'єкта діагностування. Для цього треба добре уявити собі зв'язок усіх явищ, що супроводжують робочий процес механізму, вивчити імовірність появи відмов, їх причин, виявити з великої кількості структурних параметрів основні. При вивченні вагона як об'єкта діагностики слід вирішувати питання його пристосованості до установки діагностичних приладів постійного використання і датчиків відокремлених приладів діагностики і систем.

2 Вибір комплекту вихідних (діагностичних) параметрів. Ці параметри вибираються з умов отримання найбільш імовірної інформації, зручної для реєстрації. Якщо в першій задачі встановлюється необхідність контролю структурного параметра, то тут необхідно знайти вихідний параметр, який має найбільш тісну кореляцію із зазначеним структурним.

3 Вибір керуючих дій на об'єкт у процесі вимірювання діагностичних параметрів. Зв'язок структурного і діагностичного параметрів може посилюватися у певних штучно створених режимах.

4 Отримання та обробка статистичних даних про зміни структурних та діагностичних параметрів у зв'язку зі змінами напрацювання. Без цих даних неможливо прогнозувати, обґрунтовувати оптимальні терміни технічного обслуговування, діагностування перед ремонтом.

5 Розрахунки з вибору оптимальних термінів обслуговування та ремонту, розрахунки з прогнозування залишкового ресурсу.

6 Встановлення межових та допустимих структурних та діагностичних параметрів, значень експлуатаційних показників.

7 Вибір технічних засобів вимірювання, використання автоматичних обчислень та логічних міркувань.

8 Розробка методів та технологій пошуку несправностей.

9 Методика обробки даних вимірювань, логічних міркувань та формулювання діагнозу, а також рекомендації для системи технічного обслуговування та ремонту.

*Завдання:* визначити мету, що ставиться перед технічним діагностуванням, та розробити завдання щодо вибору методів та засобів діагностування:

- 1) автозчепу вагона;
- 2) автогальм вантажного вагона;
- 3) автогальм пасажирського вагона;
- 4) буксового вузла вагона;
- 5) колісних пар;
- 6) візка вантажного вагона;
- 7) візка пасажирського вагона;
- 8) ресорного підвішування візка пасажирського вагона;
- 9) електрообладнання вагона;
- 10) кондиціонування повітря в пасажирському вагоні.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 8**

### **Визначення показників існуючих засобів діагностування технічного стану вагонів та їх вузлів**

*Мета заняття:* оволодіти навичками аналізу показників засобів діагностування технічного стану вагонів та їх вузлів.

Показники діагностування (контролю) такі:

- тривалість технічного діагностування (контролю технічного стану) – інтервал часу, необхідний для проведення діагностування (контролю) об'єкта;
- повнота технічного діагностування (контролю технічного стану) – характеристика, яка визначає можливість виявлення відмов (несправностей) в об'єкті за умови вибраного методу його діагностування (контролю);
- глибина пошуку місця відмови (несправності) – характеристика, задана зазначенням складової частини об'єкта, з точністю до якої визначається місце відмови (несправності);
- достовірність технічного діагностування (контролю технічного стану) – ступінь об'єктивної відповідності діагнозу (результату контролю) дійсному технічному стану об'єкта;
- імовірність невиявленої відмови (несправності) під час діагностування (контролю) – умовна імовірність того, що несправний (непрацездатний) об'єкт у результаті діагностування (контролю) визначається справним (працездатним);
- імовірність хибної відмови (несправності) під час діагностування (контролю) – умовна імовірність того, що справний (працездатний) об'єкт у результаті діагностування (контролю) виявиться несправним (непрацездатним);
- імовірність невиявленої відмови (несправності) в даному елементі (групі) – умовна імовірність того, що за наявності відмови (несправності) у результаті діагностування приймається рішення про відсутність відмови (несправності) в даному елементі (групі);
- імовірність хибної відмови (несправності) в даному елементі (групі) – умовна імовірність того, що за відсутності відмови (несправності) в результаті діагностування приймається рішення про наявність відмови (несправності) в даному елементі (групі);
- ризик замовника під час діагностування (контролю) – безумовна імовірність того, що несправний (непрацездатний) об'єкт у результаті діагностування (контролю) визначається справним (працездатним);
- ризик виробника під час діагностування (контролю) –

безумовна імовірність того, що справний (працездатний) об'єкт у результаті діагностування (контролю) визнається несправним (непрацездатним).

*Завдання:* визначити показники існуючих засобів діагностування технічного стану вагонів та їх вузлів:

1) автоматизованої системи дистанційного контролю букс (АСДК-Б);

2) комплексу технічних засобів багатофункціональний (КТЗБ-02БТ);

3) системи комплексного контролю технічного стану вагонів на ходу поїзда (ДИСК-2) з підсистемами:

3.1) виявлення проконтрольованих перегрітих букс (ДИСК2-Б);

3.2) виявлення проконтрольованих загальмованих коліс (ДИСК2-Т);

3.3) виявлення деталей вагонів, що волочаться (ДИСК2-В);

3.4) виявлення нерівностей коліс по колу катання (ДИСК2-К);

3.5) виявлення перевантаження або нерівномірного завантаження вантажу (ДИСК2-З);

3.6) виявлення відхилень верхнього габариту рухомого складу (ДИСК2-Г);

3.7) контролю гальма візка (ДИСК2-ГГ);

3.8) діагностування упряжного пристрою автозчепу (ДИСК2-У);

3.9) виявлення дефектів роликових підшипників (ДИСК2-Р);

3.10) контролю герметичності (витоків повітря) гальмової магістралі поїзда (ДИСК2-ГВ);

3.11) дистанційного контролю перекритих кінцевих кранів гальмової системи поїзда (ДИСК2-ПК);

3.12) виявлення ослаблення торцевого кріплення роликового підшипника (ДИСК2-ТК);

4) системи автоматизованого контролю механізму автозчепу (САКМА);

5) автоматизованого безконтактного комплексу контролю колісних пар;

6) автоматизованої системи контролю відкритих, незафіксованих і деформованих люків і дверей вагонів;

- 7) автоматизованого діагностичного комплексу для вимірювання колісних пар вагонів на підходах до станції;
- 8) детектора дефектних коліс (ДДК);
- 9) автоматичного пристрою контролю сповзання букси із шийки осі;
- 10) пристрою контролю гальм поїзда на ПТО.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Александровская, Л.Н. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем [Текст] / Л.Н. Александровская, А.П. Афанасьев, А.А. Лисов. –М.: Логос. 2003. – 208 с.
- 2 Белокур, И.П. Дефектология и неразрушающий контроль [Текст]: учеб. пособие / И.П. Белокур. — К.: Вища школа, 1990. —207 с.
- 3 Биргер, И.А. Техническая диагностика [Текст]/ И.А. Биргер. - М.: Машиностроение, 1978. - 240 с.

4 Борзилов, І.Д. Удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту вагонів засобами технічної діагностики (частина 1) [Текст]: навч. посібник / І.Д. Борзилов. - Харків: ТОВ “Енергозберігаючі технології”, 2003. – Ч.1. - 91 с.

5 Борзилов, І.Д. Математична модель та алгоритм інформаційної технології виявлення пошкоджень та відмов вагонів [Текст]/ І.Д. Борзилов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2007. № 3 (65) - С. 35-37.

6 Вагонное хозяйство [Текст]: учебник для вузов ж.-д. трансп. / под ред. П.А. Устича. – М.: Маршрут, 2003. - 560 с.

7 Волкова, В.Н. Основы теории систем и системного анализа [Текст] / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. — СПб.: Энергоиздат, 1997. — 113 с.

8 Воробьев, В.Г. Диагностирование и прогнозирование технического состояния авиационного оборудования [Текст] / В.Г. Воробьев, В.В. Глухов, Ю.В. Козлов и др.; под ред. И.М. Синдеева. – М.: Транспорт, 1988. –191 с.

9 Дедков, В.К. Основные вопросы эксплуатации сложных систем [Текст]/ В.К. Дедков, Н.А. Северцев. – М.: Высшая школа, 1976. – 495 с.

10 ДСТУ 2389-94 Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення [Текст]. - Увед. 01.01.1994. – К.: Держстандарт України, 1994. – 24 с.

11 Дунаев, И.М. Организация проектирования систем технического контроля [Текст] / И.М. Дунаев, Т.П. Скворцов, В.М. Чуприн. –М.: Машиностроение, 1981. - 191с.

12 Ермолов, И.Н. Методы и средства неразрушающего контроля качества [Текст]: учеб. пособие для вузов инж.-техн. спец./ И.Н. Ермолов, Ю.Я. Останин. - М.: Высш. шк., 1988. - 368 с.

13 Зыков, Ю.В. Средства диагностирования при техническом обслуживании вагонов [Текст]/ Ю.В. Зыков, С.Н. Лозинский, Г.К. Сендеров и др. // Железнодорожный транспорт. - 1993. - № 6. – С. 38-42.

14 Королюк, В.С. Стохастические модели систем [Текст]/ В.С. Королюк. – К.: Наук. думка, 1989. -208 с.

15 Марков, А.А. Теория алгоритмов [Текст] / А.А. Марков, Н.И. Нагорный. - М.: Наука, 1984. – 230 с.

16 Мозгалеvский, А.В. Техническая диагностика: Непрерывные

объекты [Текст]/ А.В. Мозгалевский, Д.В. Гаскаров. - М.: Высш. школа, 1975. – 208 с.

17 Э. Мушик, П. Мюллер. Методы принятия технических решений [Текст]: пер. с нем. –М.: Мир, 1990. –208 с.

18 Оре, О. Теория графов [Текст]. - М.: Наука, 1968. – 236 с.

19 Пархоменко, Н.Н. Основы технической диагностики [Текст] / Н.Н. Пархоменко, Е.С. Согомоян. - М.: Энергия, 1981. – 512 с.

20 Правила определения предельных значений параметров технического состояния. РТМ 24.040.62-81 [Текст]. - М.: Минтяжмаш, 1981. – 13 с.

21 Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий [Текст]: справочник в 2 кн. Кн. 2 / под ред. В.В. Ключева.— 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1986. - 352 с.

22 Сенько, В.И. Совершенствование организации технического обслуживания и текущего ремонта грузовых вагонов [Текст]/ В.И. Сенько. –Гомель: БелГУТ. - 2002. –187 с.

23 Соколов, М.М. Диагностирование вагонов [Текст]/ М.М. Соколов. – М.: Транспорт, 1990. - 197 с.

24 Трудношин, В.А. Математические модели технических объектов [Текст]/ В.А. Трудношин, Н.В. Пивоварова. - М.: Высш. шк., 1986. – 268 с.

25 Устич, П.А. Надежность рельсового нетягового подвижного состава [Текст] / П.А. Устич, В.А. Карпычев, М.Н. Овечников. – М.: ИГ «Вариант», 1999. – 415 с.

26 Хомич, А.З. Диагностика и регулировка тепловозов [Текст] / А.З. Хомич, С.Г. Жалкин, А.Э. Симсон, Э.Д. Тартаковский. – М.: Транспорт, 1977. – 222 с.

27 Цыган, Б.Г. Современное вагоностроение. Неразрушающий контроль и техническая диагностика [Текст] / Б.Г. Цыган, А.Б. Цыган, С.М Мокроусов, В.П. Щербаков. - Кременчуг, 2010. – 532с.